電気防食の最適な維持管理手法の提案

中国電力株式会社　電源事業本部　　正会員　○磯田　隆行
中国電力株式会社　電源事業本部　　正会員　　林　　稔
中国電力株式会社　電源事業本部　　正会員　　齊藤　　直

１．はじめに

港湾施設で使用される桟橋等の海洋鋼構造物は，常に海水の影響を受ける過酷な腐食環境にあることから，腐食しろを見込んだ設計のほか，防食工によって延命化を図っている．電気防食ではアルミニウム用合金陽極（以下，陽極という）を用いて，鋼材の電位を防食電位より（−）側の電位まで分極して防食する流電陽極方式が広く採用されている．しかしながら，潜水士によってすべての陽極を調査することは困難であり，陽極の耐用年数が設計耐用年数を超過する事象が散見される等の維持管理上の課題が依然残されている．本稿では，陽極取替後 19 年が経過した鋼管杭ドルフィン式桟橋を対象に平成 27 年に実施した調査結果から，電気防食の最適な維持管理手法への提案を行う．

２．電気防食調査の概要

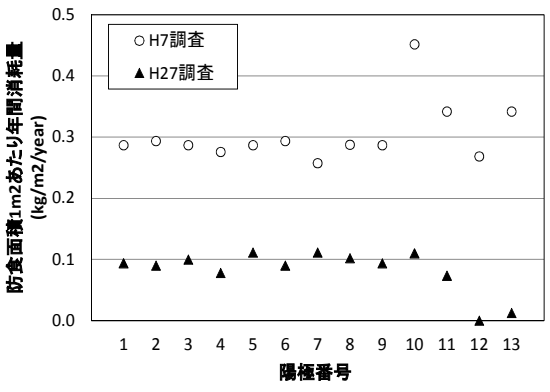
図−1 に示す対象桟橋は，瀬戸内海に位置する火力発電所の港湾施設である．調査対象桟橋の諸元を**表−1** に示す．防食工としては，C.D.L.より上部に被覆防食（水中硬化型エポキシ樹脂，ペトラタム被覆併用），海中部以下では流電陽極方式による電気防食を実施している．電気防食調査は，電位測定と陽極の消耗量調査により行った．電位測定では，深度 1m ごとの電位を高抵抗電圧計で測定した．陽極の消耗量調査では，潜水士により陽極の寸法を計測して消耗量を算出し，消耗量と経過年数から年間平均消耗量と残寿命の推定を行った．

表−1 調査対象桟橋の諸元

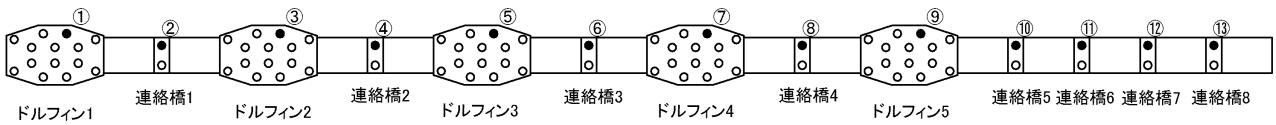
全長	約200m
天端高	C.D.L.+5.25m
ドルフィン	5基 鋼管杭14本（直杭10本，斜杭4本）
連絡橋脚	8基 鋼管杭2本（直杭2本）
鋼管杭	STK41，φ609.6，t=12.7mm 直杭長：25m 斜杭長：26m（鉛直となす角15°）
陽極	設計耐用年数：10年 定格電流：2.0A 鋼管杭1本につき，1個取付

３．陽極の耐用年数の推定

陽極消耗量調査の結果．陽極取付から 19 年が経過しているにもかかわらず，7 割以上の陽極が残存しており，電気防食が有効に働いていることがわかった．**図−2** に防食面積 1m² あたりの年間陽極消耗量を示しており，昭和 61 年に取り付けられた陽極を対象として平成 8 年に実施した調査結果と比較すると，大幅に減少していることが分かる．



図−2　防食面積 1m² あたりの年間消耗量



図−1　対象桟橋平面図

キーワード　海洋鋼構造物，電気防食，維持管理
連絡先　　〒730-8701　広島県広島市中区 4-33 中国電力株式会社　ＴＥＬ082-544-2662

本調査より，電気防食実施開始時ではエレクトロコーティング形成のため陽極の消耗が著しいが，電気防食が既に実施されている海洋鋼構造物に取り付けた新規陽極の消耗は抑制されることが判明した．電気防食の維持に要する陽極消耗量を正規分布にあてはめて表現し，**図-3** のように陽極の耐用年数の推定を行うと，前述した実測結果と概ね一致し，新規陽極の耐用年数を精度よく表現することが出来た．

4．電位測定による陽極残質量の推定

電気防食の維持管理を実施するうえで陽極残質量は重要な指標であるが，潜水士による調査は多大な時間を要する．本稿では，**式(1)**に示す電気防食の理論式を用いて，簡便な電位測定により陽極残質量の推定を試みた．

$$E_c = IR + E_a \qquad (1)$$

ここで，E_c：鋼材のカソード電位(mV)，I：陽極発生電流(mA)，R：接水抵抗(Ω)，E_a：陽極のアノード電位(mV)である．

図-4 に示すように，陽極残質量と接水抵抗は非常に高い相関が見られることから，接水抵抗が推定できれば，高い精度で陽極残質量を推定することが可能となる．接水抵抗とカソード電位の関係を**図-5** に示しており，**式(1)**より，切片がアノード電位（-1050mV），傾きが発生電流を示す．よって，**図-5** より，調査対象桟橋における防食電流は概ね 230mA であることがわかる．以上より，カソード電位より陽極残質量 W は**式(2)**，**(3)**で推定することが可能となる．

$$R = \frac{E_c - E_a}{I} \qquad (2)$$

$$W = e^{\frac{0.6153-R}{0.119}} \qquad (3)$$

陽極残質量の実測値と推定値を**図-6** に示す．実測値と推測値は概ね一致しており，妥当性のある結果が得られたことから，防食電流を把握することで電位測定による陽極残質量の推定は十分可能であることが示された．

5．電気防食の維持管理手法の提案

本稿では，実運用における陽極の耐用年数の推定手法および電位測定による陽極残質量の推定手法の提案を行った．これらの手法を用いて，海洋鋼構造物のより適切な陽極更新計画の構築が可能になると考える．

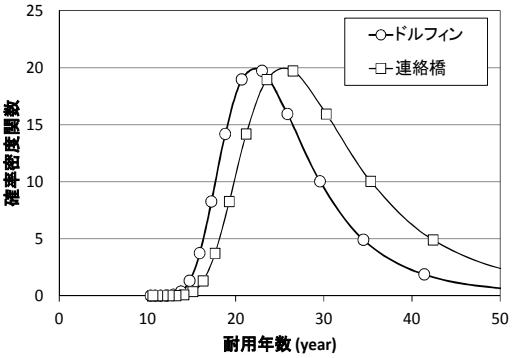


図-3 陽極耐用年数の推定値

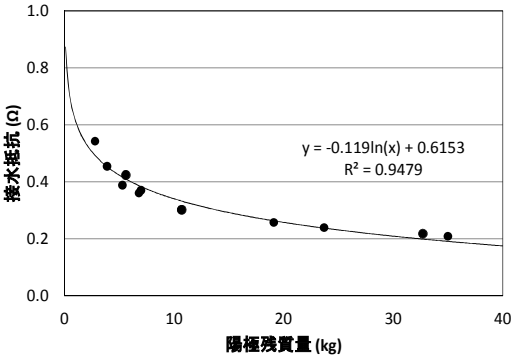


図-4 陽極残質量と接水抵抗の関係

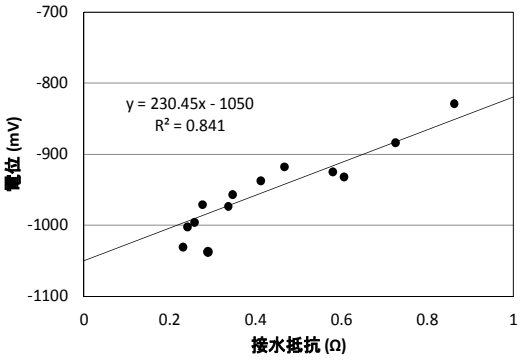


図-5 接水抵抗と電位の関係

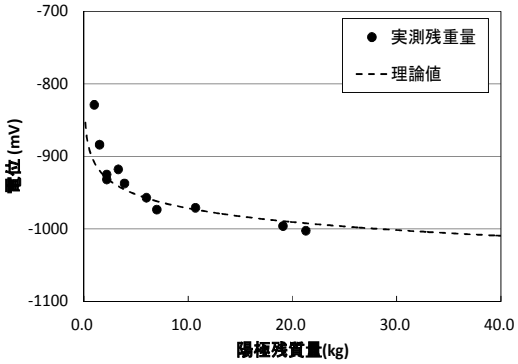


図-6 陽極残質量の実測値と推測値

参考文献

・財団法人　沿岸技術研究センター：港湾鋼構造物防食・補修マニュアル，沿岸技術センター，2009.